

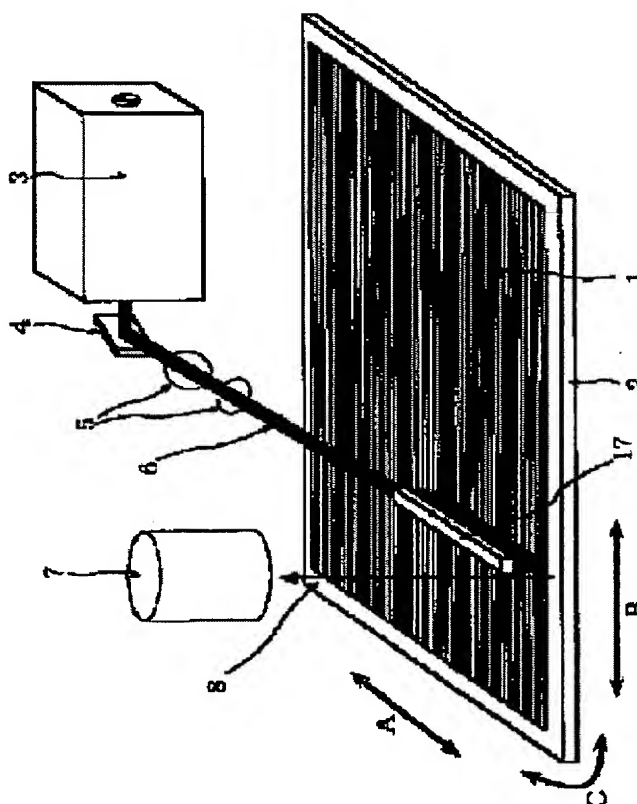
## LASER ANNEAL DEVICE AND MANUFACTURE OF THIN-FILM TRANSISTOR USING THE SAME

**Patent number:** JP2000277450  
**Publication date:** 2000-10-06  
**Inventor:** NISHITANI TERU; YAMAMOTO MUTSUMI; TAKETOMI YOSHINAO  
**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
**Classification:**  
- international: **G02F1/136; H01L21/20; H01L21/268; H01L21/336; H01L29/786; G02F1/13; H01L21/02; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/268; G02F1/136; H01L21/20; H01L21/336; H01L29/786**  
- european:  
**Application number:** JP19990079477 19990324  
**Priority number(s):** JP19990079477 19990324

Report a data error here

### Abstract of JP2000277450

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the positioning precision for laser irradiation, for preventing degradation in characteristics of a drive circuit part, by providing a laser anneal device which radiates the laser beam from a laser oscillator to a substrate with an optical detecting means which measure the intensity and/or wavelength of the reflection beam from the substrate. **SOLUTION:** A laser anneal device comprises an oscillator 3 which generates a laser beam 6. In the track of the laser beam 6 from the oscillator 3, a mirror 4 which deflects the direction of laser light 6, an optical attenuator 5 which attenuates the laser beam 6, and a homogenizer 17 which spreads the laser beam 6 to a specified area and changes the direction of the laser beam 6 to a glass substrate 2, are provided. The homogenizer 17 is provided with an illumination meter 7 which measures intensity of the reflection beam from a base material film and amorphous Si film 1. Related to the laser anneal device, the glass substrate 1 can be moved in vertically, horizontally, and rotationally.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-277450

(P2000-277450A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 21/268		H 0 1 L 21/268	G 2 H 0 9 2
G 0 2 F 1/136	5 0 0	G 0 2 F 1/136	5 0 0 5 F 0 5 2
H 0 1 L 21/20		H 0 1 L 21/20	5 F 1 1 0
29/786		29/78	6 2 7 F
21/336			

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-79477

(22)出願日 平成11年3月24日(1999.3.24)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 西谷 輝

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 山本 睦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100101823

弁理士 大前 要

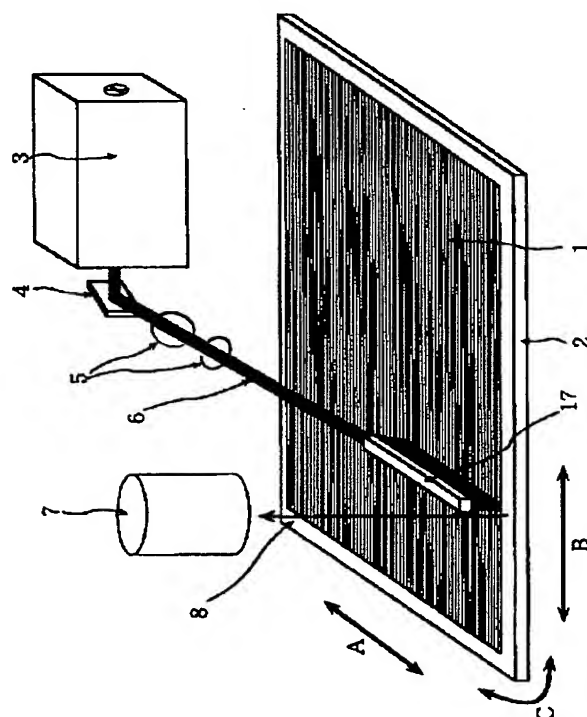
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザアニール装置及びこの装置を用いた薄膜トランジスタの製造方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、レーザ照射位置の位置決め精度を向上することにより、駆動回路部の特性の低下を防止しつつ、レーザアニール装置の制御が容易化し、しかもタクトの向上を図ることができ、さらに活性化工程を円滑に実施することができるレーザアニール装置及びこの装置を用いた薄膜トランジスタの製造方法の提供を目的としている。

【解決手段】 レーザ発振器3からのレーザ光6をガラス基板2に照射するレーザアニール装置において、上記基板2からの発光8の強度及び／又は波長を測定する照度計7を有することを特徴とするレーザアニール装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ発振器からのレーザ光を基板に照射するレーザアニール装置において、上記基板からの反射光の強度及び／又は波長を測定する光検出手段を有することを特徴とするレーザアニール装置。

【請求項 2】 前記基板が半導体部と非半導体部とから成り、この半導体部と非半導体部との反射光の強度及び／又は波長の差異を前記光検出手段で測定する、請求項 1 記載のレーザアニール装置。

【請求項 3】 前記半導体部が非晶質半導体及び／又は多結晶半導体から成り、前記非半導体部がガラス及び／又は下地膜から成る、請求項 2 記載のレーザアニール装置。

【請求項 4】 レーザ発振器からのレーザ光を複数に分割するレーザ光分割装置が設けられている、請求項 1、2 又は 3 記載のレーザアニール装置。

【請求項 5】 基板上に非晶質半導体膜を成膜する成膜工程と、非晶質半導体膜のパターンを形成するためのパターン形成工程と、前記請求項 2 又は 3 に記載のレーザアニール装置によりレーザ光を照射して非晶質半導体膜を結晶質半導体膜に結晶化させる結晶化工程とを有する薄膜トランジスタの製造方法において、前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、レーザ位置決め用のパターンが含まれることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 6】 前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、フォトリソ工程で位置決めに用いるキーパターンが含まれる、請求項 5 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 7】 前記レーザ位置決め用のパターンが前記キーパターンを兼ねる、請求項 6 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 8】 基板上に非晶質半導体膜を成膜する成膜工程と、非晶質半導体膜のパターンを形成するためのパターン形成工程と、請求項 2 に記載のレーザアニール装置によりレーザ光を照射して結晶質半導体膜を改質する活性化工程とを有する薄膜トランジスタの製造方法において、前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、レーザ位置決め用のパターンが含まれることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 9】 前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、フォトリソ工程で位置決めに用いるキーパターンが含まれる、請求項 8 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 10】 前記レーザ位置決め用のパターンが前記キーパターンを兼ねる、請求項 9 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 11】 レーザ位置決め用の非晶質半導体膜の

パターンが、前記の結晶化工程または活性化工程で用いるレーザ光の照射形状と同一形状である、請求項 5、6、7、8、9 又は 10 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 12】 請求項 2 に記載のレーザアニール装置を用い、基板内の複数の特定の部分に対し、照射エネルギー密度または照射回数等が異なる照射条件でレーザ光を照射する結晶化の工程または活性化の工程を有することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 13】 前記基板内の複数の特定の部分が、駆動回路部と画素形成部とから成る、請求項 12 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 14】 半導体部に対するレーザ光を照射した場合に生じる光と非半導体部に対して照射した場合に生じる光の強度及び／又は波長の測定値の差異を利用し、基板に対してレーザ光が照射される位置を決める方法を用いると共に、前記請求項 4 記載のレーザ光を分割するレーザアニール装置を用いて、複数の部分に対して同時にレーザ光を照射する結晶化の工程、または活性化の工程を有することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は薄膜トランジスタの製造方法および半導体膜のレーザアニール装置に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜トランジスタ（以下、TFTと称する）の半導体膜の製造方法としては、一般的に、ガラス等の基板に成膜された非晶質半導体膜に対しレーザ光を照射し、熔融、結晶化させ、結晶質半導体膜を得るという結晶化工程を備えたレーザアニール法が使用されている。この場合、レーザの光源としては、アルゴンレーザ、KrFおよびXeClエキシマレーザが一般に使用されている。

【0003】ここで、上記TFTは駆動回路部と画素形成部とを備えているが、これらの部位は上記レーザアニール法を用いて非晶質半導体膜を結晶質半導体膜に結晶化させることにより作製する。この場合、上記駆動回路部では高い特性が必要とされるため、レーザ光のエネルギー密度を大きくしたり、レーザ光の照射回数を多くして照射時間を長くする等の処理が必要となる一方、上記画素形成部では余り高い特性が必要とされないため、駆動回路部を作製する場合に比べてレーザ光のエネルギー密度は小さく、また、レーザ光の照射回数も少なくても良い。このように、上記駆動回路部と上記画素形成部とではレーザ光の照射条件が異なるので、単に、各部位に対応した照射条件でレーザ光を照射すれば足るのではないかと考えられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現状では、レーザ照射位置の位置決め精度が十分でないため、駆動回路部と画素形成部とに対応した部位に、それぞれの条件に応じたレーザ光を照射するのが難しい（即ち、狙った部分を正確に照射することが困難である）という課題を有していた。したがって、従来は、駆動回路部と同様のレーザ条件で画素形成部をもレーザ照射するか、又は画素形成部と同様のレーザ条件で駆動回路部をもレーザ照射するか、という二者択一の条件でレーザ照射されていた。

【0005】しかしながら、前者の条件でレーザ照射する場合には、レーザアニール装置の制御が困難となり、しかもタクト（一枚の基板を結晶化するための時間）が遅くなるという課題を有する一方、後者の条件でレーザ照射する場合には、駆動回路部の特性が低くなるため、駆動回路の性能が低下するという課題を有していた。また、多結晶シリコン形成後のイオンドーピング等の工程で多結晶シリコンの結晶性が悪化することがあるため、この後にレーザ光を照射して結晶性を回復する工程（活性化工程）が必要となる場合もあるが、この場合にもレーザ照射位置の位置決め精度が十分でないため、活性化工程を円滑に実施することができないという課題もあった。

【0006】本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたものであって、レーザ照射位置の位置決め精度を向上することにより、駆動回路部の特性の低下を防止しつつ、レーザアニール装置の制御が容易化し、しかもタクトの向上を図ることができ、さらに活性化工程を円滑に実施することができるレーザアニール装置及びこの装置を用いた薄膜トランジスタの製造方法の提供を目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のレーザアニール装置は、レーザ発振器からのレーザ光を基板に照射するレーザアニール装置において、上記基板からの反射光の強度及び／又は波長を測定する光検出手段を有することを特徴とする。上記の如く、基板からの反射光の強度及び／又は波長を測定する光検出手段を有していれば、基板表面の状態を容易に判別することができるので、レーザ光照射位置の位置決め精度が向上する。

【0008】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記基板が半導体部と非半導体部とから成り、この半導体部と非半導体部との反射光の強度及び／又は波長の差異を前記光検出手段で測定することを特徴とする。このように、半導体部と非半導体部との反射光の強度及び／又は波長の差異を光検出手段で測定することができれば、レーザ照射位置と基板との相対位置を測定することができるので、レーザ光照射位置の位置決め精度が向上する。

【0009】また、請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、前記半導体部が非晶質半導体及び／又は多結晶半導体から成り、前記非半導体部がガラス及び／又は下地膜から成ることを特徴とする。上記構成であれば、以下のような具体的な作用がある。即ち、レーザアニール法により、多結晶シリコン膜を形成する際、非晶質シリコン膜に対して、通常KrFおよびXeClエキシマレーザを使用するが、これらのレーザ光の波長はそれぞれ248nmおよび308nmの紫外線である。この場合、非晶質シリコン膜は紫外線を効率よく吸収するので、前記の紫外レーザ光の照射に対し、ほとんど蛍光を発しない。一方、低温ポリシリコンTFETの基板としてコーニング7059あるいは1737というガラス基板がよく用いられるが、これらの基板は成分としてBa, B, Al等を含んでいるため、これらが紫外レーザ光の照射によって励起され、青白い蛍光を発する。このように蛍光の有無を利用して、基板とレーザ光との相対位置を調整することが可能となる。

【0010】また、請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の発明において、レーザ発振器からのレーザ光を複数に分割するレーザ光分割装置が設けられていることを特徴とする。このような構成であれば、前記と同様、レーザ光の位置決め精度が向上する他、レーザ光を必要な部分あるいはその近傍に限定して照射することが可能となるので、レーザ光の利用効率が高まるという効果もある。

【0011】また、上記目的を達成するために、本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、基板上に非晶質半導体膜を成膜する成膜工程と、非晶質半導体膜のパターンを形成するためのパターン形成工程と、前記請求項2又は3に記載のレーザアニール装置によりレーザ光を照射して非晶質半導体膜を結晶質半導体膜に結晶化させる結晶化工程とを有する薄膜トランジスタの製造方法において、前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、レーザ位置決め用のパターンが含まれることを特徴とする。

【0012】このような方法であれば、結晶化工程においてレーザ照射位置と基板との相対位置を測定することができるので、レーザ光照射位置の位置決め精度が向上する。尚、レーザ照射位置と基板との相対位置を測定する場合、基板端面等を利用することもできるが、エッチング等により、予めレーザ光位置合わせ用の非晶質シリコン膜のパターンを形成しておくことにより、より短時間に、また正確にレーザ光と基板との相対位置を決めることができる。

【0013】また、請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、フォトリソ工程で位置決め用いるキーパターンが含まれることを特徴とする。このように、フォトリソ工程で位置決め用いるキ

一パターンが設けられていれば、レーザ光位置合わせ用のパターンとキーパターンとの相対位置が関連付けられているので、フォトリソ工程における位置決め制度も向上する。

【0014】また、請求項7記載の発明は、請求項6記載の発明において、前記レーザ位置決め用のパターンが前記キーパターンを兼ねることを特徴とする。このような構成であれば、パターン形成工程の簡略化を図ることができる。但し、キーパターンはレーザ位置決め用のパターンに比べて高い精度が要求されるので、フォトリソ工程での位置決めを精度よくするためには、両パターンを別途設けるのが望ましい。

【0015】また、上記目的を達成するために、本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、基板上に非晶質半導体膜を成膜する成膜工程と、非晶質半導体膜のパターンを形成するためのパターン形成工程と、請求項2に記載のレーザアニール装置によりレーザ光を照射して結晶質半導体膜を改質する活性化工程とを有する薄膜トランジスタの製造方法において、前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、レーザ位置決め用のパターンが含まれることを特徴とする。上記構成であれば、ポリシリコン膜の活性化工程における、レーザ光照射位置の位置決め精度が向上し、活性化が必要な部分およびその近辺のみを選択的に照射することが可能となるので、活性化時の照射条件の選択肢が広くなると共に、タクトの向上が可能となる。

【0016】また、請求項9記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記パターン形成工程において形成される非晶質半導体のパターンに、フォトリソ工程で位置決め用いるキーパターンが含まれることを特徴とする。また、請求項10記載の発明は、請求項9記載の発明において、前記レーザ位置決め用のパターンが前記キーパターンを兼ねることを特徴とする。

【0017】また、請求項11記載の発明は、請求項5、6、7、8、9又は10記載の発明において、レーザ位置決め用の非晶質半導体膜のパターンが、前記の結晶化工程または活性化工程で用いるレーザ光の照射形状と同一形状であることを特徴とする。このような構成であれば、レーザ光を位置決め精度が向上すると共に、レーザ反射光が最大になる時点で位置合わせが完了したことを確認できるので、位置決めに要する時間が短縮されタクトが向上する。

【0018】また、上記目的を達成するために、本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、請求項2に記載のレーザアニール装置を用い、基板内の複数の特定の部分に対し、照射エネルギー密度または照射回数等が異なる照射条件でレーザ光を照射する結晶化の工程または活性化の工程を有することを特徴とする。このような構成であれば、結晶化の工程または活性化の工程において、基板における各々の場所に適した特性の薄膜トランジスタを

形成することが可能となる。

【0019】また、請求項13記載の発明は、請求項12記載の発明において、前記基板内の複数の特定の部分が、駆動回路部と画素形成部とから成ることを特徴とする。また、上記目的を達成するために、本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、半導体部に対するレーザ光を照射した場合に生じる光と非半導体部に対して照射した場合に生じる光の強度または波長の測定値の差異を利用し、基板に対してレーザ光が照射される位置を決める方法を用いると共に、前記請求項4記載のレーザ光を分割しうるレーザアニール装置を用いて、複数の部分に対して同時にレーザ光を照射する結晶化の工程、または活性化の工程を有することを特徴とする。このような方法であれば、レーザ光の位置決め精度が向上すると共に、レーザ光を必要な部分あるいはその近傍に限定して照射することが可能となるので、レーザ光の利用効率が高めることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお半導体膜としては、Si、GeのⅢⅤ族半導体が主に用いられるが、GaAs等のⅢⅢ-Ⅴ半導体、ZnSe等のⅡⅢ-Ⅴ半導体を用いても、本発明の半導体結晶化方法が同様に有効であることを確認したが、以下に示す実施の形態においては、もっとも一般的であるシリコンを例に挙げて説明を行う。

【0021】（実施の形態1）本発明の実施の形態1においては、レーザアニール装置及びこの装置を用いて非晶質Si膜を結晶化する場合の製造方法を、図1～図3に基づいて説明する。本発明のレーザアニール装置は、図1に示すように、レーザ光6を発振する発振器3を有しており、この発振器3からのレーザ光6の進路上には、レーザ光6の方向を変えるためのミラー4と、レーザ光6を減衰させるための光減衰器5と、レーザ光6を所定の広さに広げると共にレーザ光6の方向を後述のガラス基板2方向に変化させるホモジナイザー17とを有している。このホモジナイザー17上には、後述の下地膜及び非晶質Si膜1からの反射光の強度を測定する照度計7が設けられている。尚、このレーザアニール装置はガラス基板1を縦方向（図中A方向）、横方向（図中B方向）、及び回転方向（図中C方向）に移動させることができる構造となっている。

【0022】次に、上記レーザアニール装置を用いて、非晶質Si膜を結晶化する場合の製造方法を示す。まず、光透過性を有する基板としてのガラス基板2上に、ガラスからの不純物が拡散するのを防止するためのSiO<sub>2</sub>下地膜（膜厚300nmであり、図示せず）を、たとえばTEOS CVD法により成膜した。次に、上記SiO<sub>2</sub>下地膜上に、プラズマCVD法により、非晶質Si膜1（膜厚70nm）を成膜した。尚、この際、図

2に示すように、基板の周辺部分には非晶質Si膜1を成膜しないで、ガラス基板1およびSiO<sub>2</sub>下地膜の部分を残しておく。

【0023】次に、図1に示すようなレーザアニール装置を用いて、非晶質Si膜1を熔融、結晶化させ、多結晶Si膜を形成した。具体的には、以下の通りである。非晶質Si膜1に対してレーザ光を照射する場合、約160mJ/cm<sup>2</sup>以上のエネルギー密度で照射することにより、熔融、結晶化が起こり、多結晶Si膜が形成される。そこで、本装置を用いる場合には、結晶化のためのレーザ光照射に先立って、多結晶Si膜形成の閾値である約160mJ/cm<sup>2</sup>より低いエネルギー密度、例えば100mJ/cm<sup>2</sup>で非晶質Si膜1に対して、レーザ光を照射した。このとき、非晶質Si膜1を照射していれば、紫外光をカットした照度計7にほとんど発光は観測されない一方、基板の位置を動かして、レーザ光の端が非晶質Si膜1が成膜されていないガラス基板部分に対して照射されると、ガラス基板から蛍光が発せられ、蛍光の強度を照度計7にて計測することができる。このことを応用して、非晶質Si膜1の端の位置とレーザ光照射位置との相対位置を決定することができる。これを詳述すると、まず、蛍光の強度が照度計7にて計測されると、照度計7から制御手段（図示せず）に検出信号が出力され、この検出信号に応じてモータ等の駆動手段（図示せず）に制御信号が出力されて、ガラス基板2が縦方向、横方向、回転方向に動く。このようにガラス基板2を動かすことにより照度計7で検出される光量が異なることになるので、照度計7にて検出される光量を測定すれば、非晶質Si膜1の端の位置とレーザ光照射位置との相対位置を決定することが可能となる。

【0024】更に、図3（a）に示すように、前記の相対位置情報を利用して、結晶化が必要な部分に対して、結晶化閾値約160mJ/cm<sup>2</sup>より大きなエネルギー密度のレーザ光を照射した。本実施の形態ではXeClパルスレーザ（308nm）を用い300mJ/cm<sup>2</sup>で基板を移動させながら1ヶ所に10回レーザ光を照射した。これにより、図3（b）に示すように、非晶質Si膜1のうち必要な部分だけが結晶化されて多結晶Si膜10が形成されることになる。ここで、本実施の形態に示したレーザアニール装置を用いることにより、基板に対するレーザ光照射位置の位置決め精度が向上し、狙った位置のみを結晶化することが可能となり、一枚の基板を結晶化するための時間（以下、タクトと称する）が20%向上した。

【0025】尚、本実施の形態1ではレーザ光の照射位置を変更する機構として、基板が移動する仕組みの装置を用いて説明したが、基板を固定し、レーザ光を発する光学系の位置が移動する仕組みのレーザアニール装置、あるいは方向、回転の種類により、基板位置の移動と光学系の移動とを組み合わせ、基板とレーザ光の相対位

置を移動する仕組みのレーザアニール装置においても本実施の形態と同様の方法で相対位置を決定できることを確認している。

【0026】また、上記下地膜の膜厚は300nmに限らず、種々の設定（例えば、50～1000nm）が可能である。更に、上記非晶質Si膜1の膜厚は70nmに限らず種々の設定（例えば、30～90nm）が可能である。加えて、下地膜及び非晶質Si膜1からの反射光の強度を測定する場合、照度計7に限定するものではなく、例えば分光光度計を用いることも可能である。

【0027】（実施の形態2）本発明の実施の形態2においては、前記実施の形態1に示すレーザアニール装置を用いて薄膜トランジスタを作製する場合の製造方法を、図4に基づいて説明する。まず、実施の形態1と同様に、ガラス基板2上にSiO<sub>2</sub>から成る下地膜を成膜した後、プラズマCVD法により、非晶質Si膜1（膜厚70nm）を成膜した。尚、実施の形態2では、特に基板の周辺部分にガラス基板2および下地膜の部分を残していない。

【0028】次に、フォトリソ工程およびエッチング工程を経て、基板周縁部の一部をエッチングして下地膜を露出させ、図4（a）に示すような縦および横方向に延びるL字形のレーザ位置決め用パターン11を形成した。次いで、前記実施の形態1に示すレーザアニール装置により非晶質Si膜1を熔融、結晶化させ、多結晶Si膜を形成した。具体的には、以下の通りである。結晶化のためのレーザ光照射に先立って、前記実施の形態1で示したように、多結晶Si膜形成の閾値より低いエネルギー密度で非晶質Si膜1に対してレーザ光を照射した。このとき、非晶質Si膜1を照射していれば、紫外光をカットした照度計7にほとんど発光は観測されない一方、基板の位置を動かして、レーザ光の端が非晶質Si膜1が成膜されていないレーザ位置決め用パターン部分11に照射されると、ガラス基板から蛍光が発せられ、蛍光の強度を照度計7にて計測することができる。このことを応用して、前記実施の形態1で示したのと同様に、レーザ位置決め用パターン部分11の位置とレーザ光照射位置との相対位置を決定することが可能となる。

【0029】この後、前記実施の形態1と同様に、300mJ/cm<sup>2</sup>のエネルギー密度でレーザ光を照射し、非晶質Si膜1の結晶化を行った後、多結晶Si膜には、多数のダングリングボンドが形成されているので、水素プラズマ中で、例えば450℃で2時間放置した。しかる後、従来のTFTと同様な工程を経て、薄膜トランジスタを製造した。具体的には、以下の通りである。

【0030】まず、フォトリソ工程とドライエッチング工程とにより多結晶Si層をパターンニングした後、例えばTEOS CVD法によりSiO<sub>2</sub>をゲート絶縁膜と



して必要な膜厚、例えば100nm成膜した。次に、アルミニウム膜をスパッタリングし、エッチングにより所定の形状にパターンニングして、ゲート電極を形成した後、イオンドーピング装置により、ゲート電極をマスクとしてソースおよびドレイン領域に必要な種類のドーパントを注入した。さらに、酸化Siからなる層間絶縁膜を常圧CVD法にて成膜し、ゲート絶縁膜を覆い、エッチングすることにより、層間絶縁膜および酸化Si膜に多結晶Si膜のソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールを開口した。次いで、チタン膜およびアルミニウム膜をスパッタリングし、更にエッチングすることにより所定の形状にパターンニングして、ソース電極およびドレイン電極を形成した。これにより薄膜トランジスタが作製される。

【0031】本実施の形態に示した薄膜トランジスタの製造方法を用いることにより、基板に対するレーザ光照射位置の位置決め精度が向上し、狙った位置を正確に結晶化することが可能となり、非晶質Si膜1の基板内膜厚分布に対して、常に同じ位置を結晶化し、TF Tを形成できることから、TF T特性のバラツキが減少し、歩留まりが向上した。尚、上記実施の形態2においては、レーザ光位置決め用パターン11のみを形成したが、図4(b)に示すように、レーザ光位置決め用パターン11を形成する際に、同時にフォトリソ位置決め用キーパーパターン12を形成すれば、レーザ光位置決め精度が高まると共に、フォトリソ工程における位置決め精度も向上する。

【0032】(実施の形態3) 本発明の実施の形態3においては、前記実施の形態1に示すレーザアニール装置を用いて薄膜トランジスタを作製する場合の製造方法を、図5～図8に基づいて説明する。まず、実施の形態1と同様にして、ガラス基板上にSiO<sub>2</sub>下地膜と非晶質Si膜1とを成膜した後、フォトリソ工程およびエッチング工程を経て、基板の一部をエッチングして下地膜を露出させ、図5に示すように、結晶化工程および活性化工程に用いるレーザ位置決め用パターン11と、フォトリソ工程に用いるフォトリソ位置決め用キーパーパターン12とを形成した。尚、本実施の形態3においては、レーザ位置決め用パターン11は、レーザの照射形状と同一の形状とした。

【0033】次に、前記実施の形態1に示すレーザアニール装置により非晶質Si膜1を熔融、結晶化させ、多結晶Si膜を形成した。具体的には、以下の通りである。図6に示すように、結晶化のためのレーザ光照射に先立って、前記実施の形態1で示したように、多結晶Si膜形成の閾値より低いエネルギー密度で非晶質Si膜1に対してレーザ光を照射した。このとき、非晶質Si膜1を照射していれば、紫外光をカットした照度計7にほとんど発光は観測されない一方、基板の位置を動かして、レーザ光の端が非晶質Si膜1が成膜されていない

レーザ位置決め用パターン部分11に照射されると、ガラス基板から蛍光が発せられ、蛍光の強度を照度計7にて計測することができる。このことを応用して、前記実施の形態1で示したのと同様に、レーザ位置決め用パターン部分11の位置とレーザ光照射位置との相対位置を決定することが可能となる。尚、本実施の形態においては、レーザ位置決め用パターン部分11は、レーザの照射形状と同一の形状としているので、レーザ光と位置決めパターン部分11とが完全に一致した場合に、ガラスからの発光量が最大となり、これによって位置決めが完了する。また、本実施の形態における位置調整は照度計7の照度データと基板移動が連動しており、自動的に行われる。

【0034】次いで、レーザ光照射の位置決めにより得られた相対位置情報を利用して、結晶化のためのレーザ光照射を行った。図8(a)(b)に示したTF T移動度のレーザエネルギー密度依存性とレーザ照射回数依存性を考慮して、図7に示したTF Tアレイの駆動回路を形成する部分13には、TF T特性が高くなる条件、つまり比較的高いエネルギー密度でかつ照射回数を多く照射した。例えば、 $380\text{ mJ}/\text{cm}^2$ で150回の照射を行った。また、TF Tアレイの画素を形成する部分14には、TF T特性が安定し、タクトの良い条件、つまり比較的低いエネルギー密度でかつ照射回数を少なく照射した。例えば $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ で10回の照射を行った。

【0035】この後、実施の形態2と同様に水素化処理を行った後、ドライエッチングにより多結晶Si層13・14をパターンニングした。次に、SiO<sub>2</sub>をゲート絶縁膜として必要な膜厚、例えば100nm成膜した後、アルミニウム膜をスパッタリングし、更にエッチングにより所定の形状にパターンニングすることにより、ゲート電極を形成した。その後、イオンドーピング装置により、ゲート電極をマスクとしてソースおよびドレイン領域に必要な種類のドーパントを注入した。

【0036】このドーパントを注入する際、多結晶Si層13・14はダメージを受け、欠陥が増加しているので、そのダメージを軽減するため、再度レーザ光の照射を行うのが望ましい。そこで、上記結晶化の場合と同様にして、約 $160\text{ mJ}/\text{cm}^2$ (閾値)より低いエネルギー密度でレーザ光を照射し、レーザ位置決め用パターン11を利用して、レーザ光と基板の相対位置を決定した後、活性化のためのレーザ照射を行った。尚、本実施の形態ではタクトを考慮し、駆動回路を形成する部分のみ活性化のためのレーザ照射を行った。活性化のためにはポリSi形成閾値である約 $160\text{ mJ}/\text{cm}^2$ より高いエネルギー密度で、かつ結晶化工程で用いた $380\text{ mJ}/\text{cm}^2$ より低いエネルギー密度、例えば $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ でレーザ光を照射し、また照射回数は30回とした。

【0037】しかる後、酸化Siからなる層間絶縁膜を常圧CVD法にて成膜し、ゲート絶縁膜を覆い、エッチングにより、層間絶縁膜および酸化Si膜に多結晶Si膜のソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールを開口した。次に、チタン膜およびアルミニウム膜をスパッタリングし、エッチングにより所定の形状にパターンニングして、ソース電極およびドレイン電極を形成することにより薄膜トランジスタを作製した。

【0038】本実施の形態に示した薄膜トランジスタの製造方法を用いることにより、基板に対するレーザ照射位置の位置決め精度が向上し、狙った位置を正確に結晶化することが可能となり、基板内の特定の部分に対し、照射エネルギー密度または照射回数等が異なる照射条件でレーザ光を照射することが正確にできるようになった。また、結晶化した部分と同一の部分の正確にレーザ照射により、活性化することが可能となった。また、移動度等のTFT特性とタクトを両立することができる。本実施の形態のTFTの特性は、駆動回路部のnチャネルの電界効果移動度が $350\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 画素部のnチャネルの電界効果移動度が $50\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ である。

【0039】尚、位置決めを行う方法としては、上記の方法に限定するものではなく、例えば、レーザ光の波長（本実施の形態では紫外）を観測できる照度計を用い、レーザ光が散乱視される度合いの差異を観測することによっても、同様のレーザ光照射位置の位置決めを行うことができる。また、基板の裏面側にレーザ光の波長（本実施の形態では紫外）を観測できる照度計を配置し、透過するレーザ光の強度の差を利用して、同様のレーザ光照射位置の位置決めを行うことが可能である。

【0040】（実施の形態4）本発明の実施の形態4においては、レーザアニール装置を用いて薄膜トランジスタを作製する場合の製造方法を、図9及び図10に基づいて説明する。尚、本発明で用いられるレーザアニール装置は、ホモジナイザー17に代えてレーザ光を分割するためのホログラフィック光学素子16を用い、且つミラー4が2つ設けられている他は、前記実施の形態1に示すレーザアニール装置と同様の構成である。

【0041】まず、前記実施の形態1と同様にして、ガラス基板上に $\text{SiO}_2$ 下地膜と非晶質Si膜1を成膜する。次に、フォトリソ工程およびエッチング工程を経て、図9に示すように、TFT形成用非晶質Siパターン15とフォトリソ位置決め用キープパターン12と、結晶化工程および活性化工程に用いるレーザ位置決め用パターン11を形成した。ここで、上記TFT形成用非晶質Siパターン15は上記レーザ位置決め用パターン11と同一の個別パターン18が縦方向と横方向とに繰り返し設けられる。

【0042】次に、図10に示すレーザアニール装置を用いて、非晶質Si膜1を溶融、結晶化させ、多結晶Si

i膜を形成した。具体的には、以下の通りである。結晶化のためのレーザ光照射に先立って、前記実施の形態1で示したように、ガラス基板2を動かしつつ、多結晶Si膜形成の閾値より低いエネルギー密度で非晶質Si膜1及びレーザ位置決め用パターン部分11に対してレーザ光を照射した。このとき、レーザ位置決め用パターン部分11のうち非晶質Si膜部分11a（図9参照）を照射していれば、紫外光をカットした照度計7にほとんど発光は観測されない一方、下地膜部11b（図9参照）を照射していれば、下地膜部11bから蛍光が発せられ、蛍光の強度を照度計7にて計測することができる。このことを応用すれば、照度計7で計測した照度が最大となる場合に、レーザ光の照射パターンとレーザ光位置決めパターンが一致する。これによって、位置合わせが完了する。尚、本実施の形態における位置調整は照度計7の照度データと基板移動が連動しており、自動的に行われる。

【0043】次に、レーザ光照射の位置決めにより得られた相対位置情報を利用して、結晶化のためのレーザ光照射を行った。TFTアレイの駆動回路を形成する部分には、TFT特性が高くなる条件、つまり比較的高いエネルギー密度でかつ照射回数を多く照射した。例えば $380\text{ mJ}/\text{cm}^2$ で150回の照射を行った。また、TFTアレイの画素を形成する部分には、TFT特性が安定し、タクトの良い条件、つまり比較的低いエネルギー密度でかつ照射回数を少なく照射した。例えば $300\text{ mJ}/\text{cm}^2$ で10回の照射を行った。この後、実施の形態2と同様に、水素化処理、フォトリソ、エッチング、成膜を繰り返し、TFTを作製した。

【0044】ここで、本実施の形態に示した薄膜トランジスタの製造方法を用いることにより、基板に対するレーザ光照射位置の位置決め精度が向上し、分割されたレーザ光を精度良く、基板上のTFT形成部分のみに照射することが可能となった。これにより、高移動度のTFTのための結晶化条件とタクトの短縮を両立することができる。本実施の形態のTFTの特性は、駆動回路部の移動度が $310\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 画素部の移動度が $50\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ である。タクトはライン状のレーザ光を用いて、すべてのTFTが高移動度になる条件で照射する場合と比較して、搬送時間を除くと20分の1に短縮された。尚、レーザ光を分割する方法としては、上記方法に限定するものではなく、例えば一部の光を透過する反射鏡（ビームスプリッター）を用いることによっても分割できる。

【0045】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、照度計を備えるレーザアニール装置を用い、ガラス基板と非晶質Si膜に対照射位置の位置決め精度が向上し、各々の場所に適した特性のTFTを形成することが可能となり、またタクトが向上するといった効果を奏する。



【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1に記載のガラス基板上に形成された非晶質Si膜を示す斜視図。

【図2】実施の形態1に記載のレーザアニール装置を示す斜視図。

【図3】(a)は実施の形態1に記載のレーザアニール装置を用いて結晶化する場合の斜視図、(b)結晶化された多結晶Si膜を示す斜視図。

【図4】(a)及び(b)は実施の形態2に記載の非晶質Si膜のパターンを示す斜視図。

【図5】実施の形態3に記載の非晶質Si膜のパターンを示す斜視図。

【図6】実施の形態3に記載のレーザ照射の位置決め方法を示す斜視図。

【図7】実施の形態3に記載のレーザ照射による結晶化工程の後の基板を示す斜視図。

【図8】(a)はTFT移動度のレーザエネルギー密度依存性を示すグラフ、(b)はTFT移動度のレーザ照射回数依存性を示すグラフ。

【図9】実施の形態4に記載の非晶質Si膜のパターンを示す斜視図。

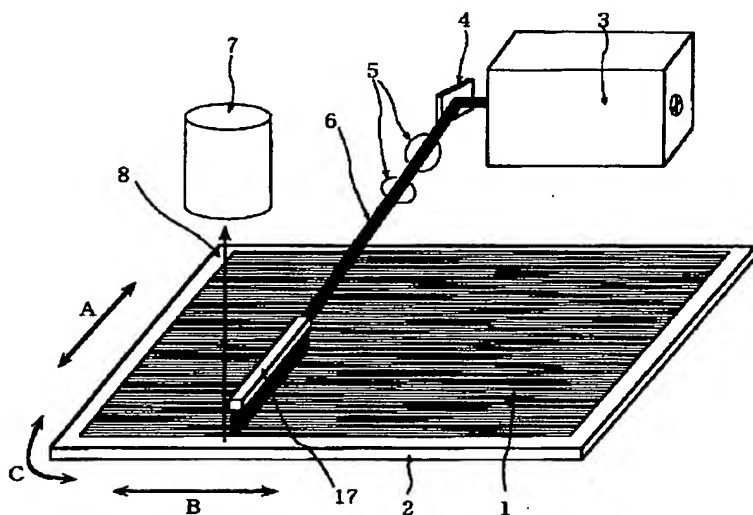
【図10】実施の形態4に記載のレーザアニール装置を

示す斜視図。

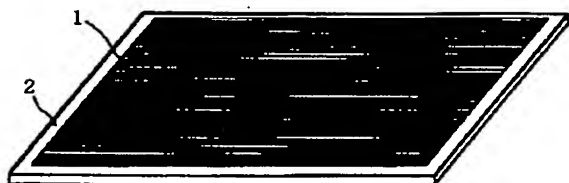
【符号の説明】

- 1：非晶質Si膜
- 2：ガラス基板および下地膜
- 3：レーザ発振器
- 4：反射ミラー
- 5：光減衰器
- 6：レーザ光
- 7：照度計または分光光度計
- 8：ガラスからの発光
- 10：多結晶Si膜
- 11：レーザ光位置合わせ用パターン
- 11a：非晶質Si膜部分
- 11b：下地膜部分
- 12：フォトリソ位置合わせ用キーパターン
- 13：駆動回路部
- 14：画素形成部
- 15：非晶質Siパターン
- 16：ホログラフィック光学素子
- 17：ホモジナイザー
- 18：個別パターン

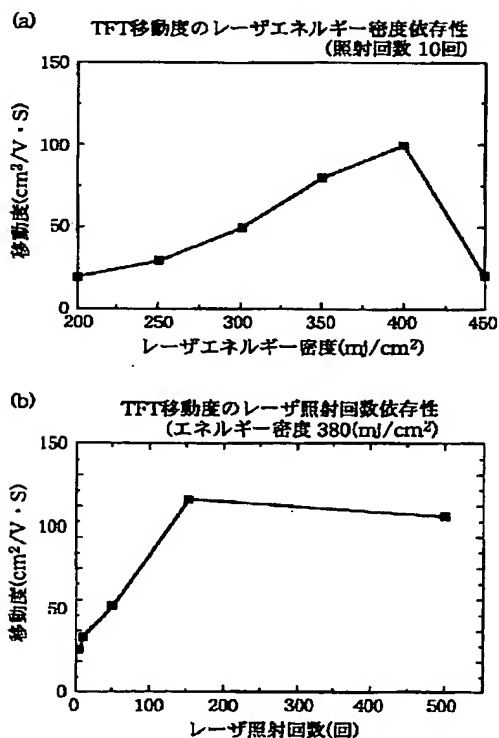
【図1】



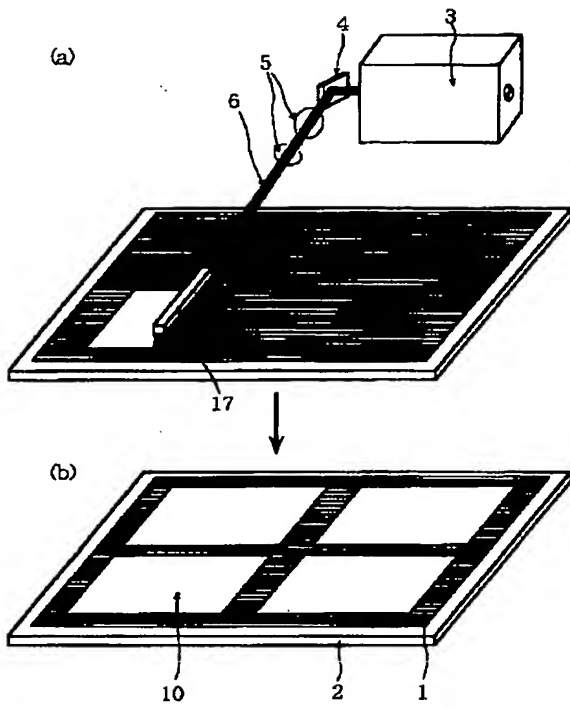
【図2】



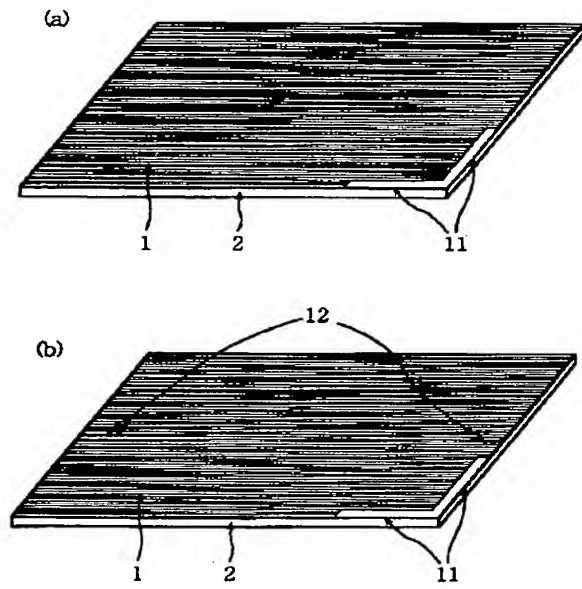
【図8】



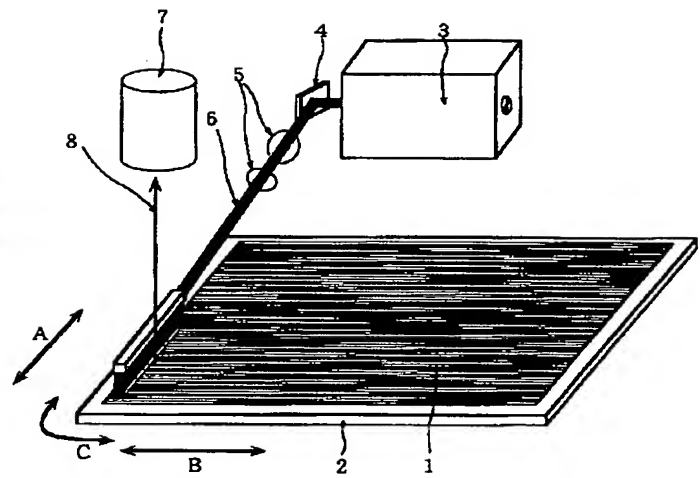
【図 3】



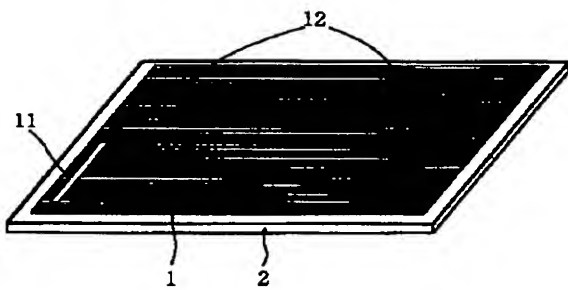
【図 4】



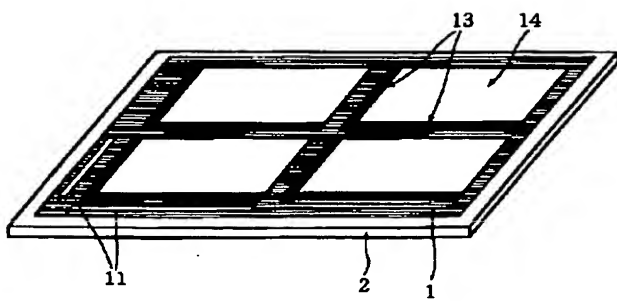
【図 6】



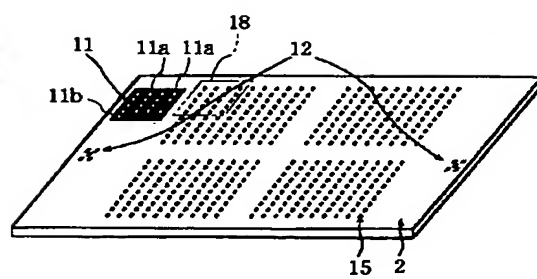
【図 5】



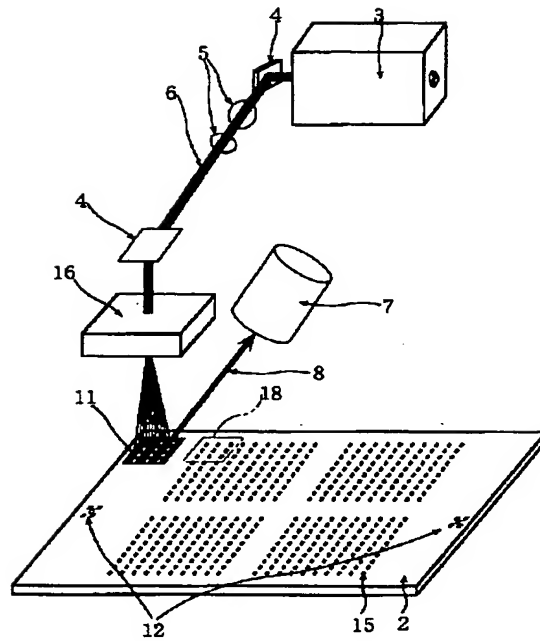
【図 7】



【図 9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 武富 義尚  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 2H092 JA24 KA04 KA05 KA10 MA05  
MA12 MA15 MA17 MA19 MA30  
NA27 PA01 PA07  
5F052 AA02 BA07 BA18 BB07 CA10  
DB03 JA01  
5F110 AA30 CC01 DD02 DD13 EE03  
EE44 FF02 FF29 GG15 GG45  
HJ12 HL03 HL04 HL23 NN02  
NN23 NN55 PP03